第14講　気体の溶解度

1　気体の溶解平衡

炭酸水の入ったびんの蓋をあけると，炭酸水から二酸化炭素が出ていく。また，炭酸水を常温で放置しても炭酸水から二酸化炭素が出ていく。このような現象はどうして起こるのか。気体の溶解平衡について考えていく。

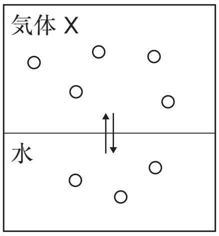
(1) 気体の溶解平衡

(i) 温度との関係

気体の溶解度は，温度を上げると小さくなる。

温度を上げると気体の熱運動が激しくなり，気体が水中から気相へ出ていくためである。

これを平衡で考えるなら，気体の溶解平衡は発熱反応であり，温度を上げると平衡が左に移動し，溶解量が減少するためである。



X(気)$\rightleftarrows$X(水)$+Q$kJ

(ii) 表し方

大気圧(1.013×10^5Pa)のもとで一定量の水に溶解する量で表す。体積で表すときには，標準状態(0℃，1.013×10^5Pa)に換算したもので表すのが一般的である。

(2) ヘンリーの法則

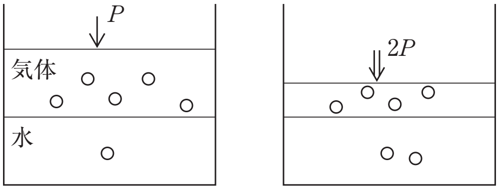
(1)の(i)で述べた，気体の溶解平衡の平衡定数を表すと

$$K=\frac{[\mathrm{X(水)}]}{[\mathrm{X(気)}]}=\frac{[\mathrm{X(水)}]}{\dfrac{P_x}{RT}}$$

これより，

$$[\mathrm{X(水)}]=\underbrace{\frac{K}{RT}}_{定数}\cdot P_x$$

となり，これより，気体の溶解量は圧力(混合気体の場合には分圧)に比例することがわかる。これがヘンリーの法則である。



(圧力を2倍にすると水に溶解する気体のmolも2倍)

(3)　気体の溶解平衡の計算

(2)のヘンリーの法則で確認した通り，気体の溶解量は気体の圧力(分圧)に比例する。また，水の量が増加すれば，そのぶん気体の溶解量は増加するため，水の体積にも比例する。

気体の溶解量＝溶解度×圧力倍×水の体積倍

例　N_2 は0℃，1×10^5 Pa のもとで水1Lに 1×10^{-3} mol 溶解する。0℃，3×10^5 Pa のもとで N_2 は水2Lに何 mol 溶解するか。

解：6×10^{-3} mol

注：気体の溶解量を体積で問われている場合，条件をしっかり確認しなくてはならない。気体の体積は温度と圧力の条件により，大きく変化するためである。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

1　下記の設問に答えよ。

右の表はそれぞれの気体が分圧1.01 × 10^5Paで水に接しているときに，水1.00Lに溶ける気体の物質量を表している。

気体の分圧が1.01 × 10^5Paのとき，水1.00Lに溶ける気体の物質量（× 10^{-3}mol）

温度（℃）＼気体	H_2	N_2	O_2
(A)	0.954	1.03	2.18
20	0.870	0.679	1.38
(B)	0.839	0.518	1.03

1. 温度(A)として適切な温度を次の選択肢より選び，記号で記せ。

　a. 0℃　　b. 40℃　　c. 60℃　　d. 100℃

2. 20℃，3.03 × 10^5Paの条件下で，窒素と酸素（体積比3：1）との混合気体が水と接しているとき，水1.00Lに溶けている窒素と酸素はそれぞれ何mgか。有効数字2桁で求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　次の文を読み，問1～問3に答えよ。ただし，気体は理想気体としてふるまうものとする。また，必要があれば次の数値を用いること。原子量H＝1.00，C＝12.0，N＝14.0，O＝16.0，気体定数R＝8.31 × 10^3Pa・L/(mol・K)

一般に，溶媒への気体の溶解度は温度が低くなると［(a)］くなる。温度が低いときは気体分子の熱運動がおだやかであるため，溶媒分子と気体分子の間に働く［(b)］のために，多くの気体分子が溶媒中に存在する。一方，温度が高くなると，気体分子の熱運動がはげしくなり，［(b)］を振り切って，溶媒から飛び出していく気体分子が多くなる。

一定温度における溶媒への気体の溶解度については，ヘンリーの法則が成り立つ。ヘンリーの法則は，溶解度が［(c)］く，溶媒と［(d)］しない気体に対して，圧力のあまり高くない範囲で成り立つ。

問1　文中の［(a)］～［(d)］に当てはまる最も適当な語句を記せ。

問2　空気はO_2とN_2が20：80の体積比で混合した気体とみなせる。20℃で，1.00Lの水に1.01 × 10^5Paの空気が接しているとき，この水の中に溶けているO_2は何mgか。有効数字2桁で求め，数値を記せ。ただし，20℃での1.00Lの水へのO_2の溶解度は，O_2の分圧が1.01 × 10^5Paのとき，1.40 × 10^{-3}molである。

問3　水への気体の溶解度測定に関して，30℃，1.01 × 10^5Paにおいて以下の実験を行った。

［操作1］　内容積が100.00mLの注射器に50.00mLの気体のCH_4をとり，注射器の先端を閉じた。

［操作2］　［操作1］の注射器の先端を再び開き，空気が入らないように50.00mLの水をとり，注射器の先端を閉じた。

［操作3］　［操作2］の注射器を充分振り，CH_4を溶解させた。

この実験について以下の問いに答えよ。

1)溶け残ったCH_4の体積は48.40mLであった。30℃での1.00Lの水へのCH_4の溶解度は，CH_4の分圧が1.01 × 10^5Paのとき，何molか。有効数字2桁で求め，数値を記せ。

2)30℃，2.02 × 10^5Paにおいて同様の実験を行った場合，50.00mLの水に溶解するCH_4は2.02 × 10^5Paで何mLか。有効数字2桁で求め，数値を記せ。

3　N_2は0℃，1 × 10^5Paのもとで水1mLに0.022mL溶解する。0℃，3 × 10^5Paのもとで水1Lに溶解するN_2は標準状態(0℃，1.013 × 10^5Pa)に換算すると何mLか。また，この条件のもとでは何mLか。

第14講　確認テスト

1　下記のヘンリーの法則に関する記述について，問いに答えよ。

水に対する気体の溶解度は，一般に温度が高いほど[ア]なる。これは，温度が高くなると，気体分子の[イ]が激しくなるためである。温度が一定ならば，気体の水への溶解度は，その気体の[ウ]に比例する。これをヘンリーの法則という。

問１　上の文章を完成させるのに，[ア]～[ウ]に入れるべき語句の正しい組み合わせはどれか。

	[ア]	[イ]	[ウ]		[ア]	[イ]	[ウ]
(1)	小さく	ブラウン運動	体積	(2)	大きく	ブラウン運動	体積
(3)	小さく	熱運動	体積	(4)	大きく	熱運動	体積
(5)	小さく	ブラウン運動	圧力	(6)	大きく	ブラウン運動	圧力
(7)	小さく	熱運動	圧力	(8)	大きく	熱運動	圧力

問２　次に示す気体(a)～(d)のうち，水に溶解するときヘンリーの法則が適用できるもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

(a)　H_2　(b)　N_2　(c)　NH_3　(d)　CH_4

(1)　[(a)，(b)]　(2)　[(a)，(c)]　(3)　[(a)，(d)]　(4)　[(b)，(c)]
(5)　[(b)，(d)]　(6)　[(c)，(d)]　(7)　[(a)，(b)，(c)]　(8)　[(a)，(b)，(d)]
(9)　[(a)，(c)，(d)]　(10)　[(b)，(c)，(d)]

問３　ヘンリーの法則が成立する理想気体が，ある温度と圧力のもとで，一定量の水と接している。いま，気体の圧力がP[Pa]のとき，水に溶解している気体の物質量および体積をそれぞれn[mol]およびV[L]とすると，温度一定のままで気体の圧力を3倍にしたとき，溶解した気体の物質量[mol]はいくらか。また，その時の圧力下での溶解した気体の体積[L]はいくらになるか。正しい組み合わせを選べ。

	物質量[mol]	体積[L]		物質量[mol]	体積[L]		物質量[mol]	体積[L]
(1)	$\frac{n}{3}$	$\frac{V}{3}$	(2)	$\frac{n}{3}$	V	(3)	$\frac{n}{3}$	$3V$
(4)	n	$\frac{V}{3}$	(5)	n	V	(6)	n	$3V$
(7)	$3n$	$\frac{V}{3}$	(8)	$3n$	V	(9)	$3n$	$3V$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

1　1．a　　2．窒素：43mg　　酸素：33mg

2　問１　(a)　大き　　(b)　分子間力　　(c)　小さ　　(d)　反応

問２　9.0mg

問３　(1)　1.3×10^{-3}mol または 1.4×10^{-3}mol

(2)　1.6mL

3　標準状態（0℃，1.013×10^{5}Pa）での体積：66mL　　この条件下での体積：22mL

第14講　確認テスト

1　問１ (7)　問２ (8)　問３ (8)

【解説】

問１　温度が高くなると，気体分子の熱運動が激しくなり，水中の気体が気相へ飛び出ていくため，気体の溶解度は小さくなる。また，気体の溶解度は気体の圧力（分圧）に比例する。

問２　アンモニア NH_3 と塩化水素 HCl は水に非常によく溶けるため，ヘンリーの法則が成立しない。

問３　物質量は圧力に比例するため，$3n$(mol)
その圧力下での体積は，圧力に比例しないので V(L)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。